

PCT

世界知的所有権機関  
国際事務局



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

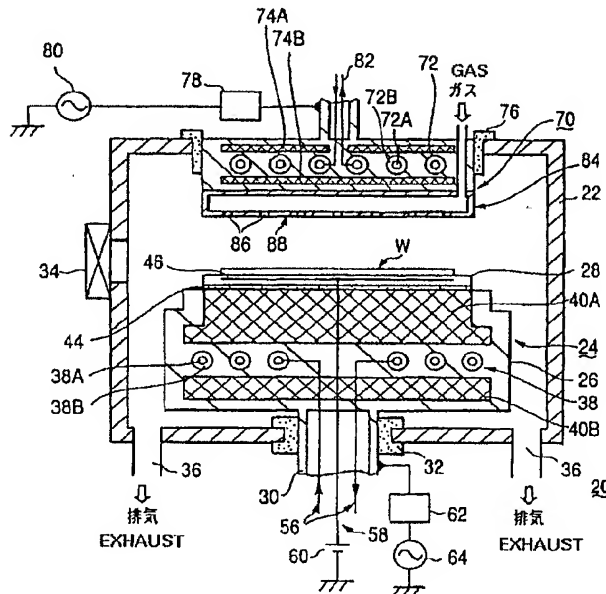
(51) 国際特許分類7 H01L 21/68, 21/3065, 21/31, H05H 1/46, C23C 14/34, 16/455, 16/458, 16/509, B23Q 3/15		A1	(11) 国際公開番号 WO00/60658
			(43) 国際公開日 2000年10月12日(12.10.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/02228		(74) 代理人 佐々木康晴(SASAKI, Yasuharu)[JP/JP] 〒194-0211 東京都町田市相原町13-1 Tokyo, (JP)	
(22) 国際出願日 2000年4月6日(06.04.00)		(74) 代理人 佐藤一雄, 外(SATO, Kazuo et al.) 〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo, (JP)	
(30) 優先権データ 特願平11/99353 1999年4月6日(06.04.99)		(81) 指定国 JP, KR, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)	
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)[JP/JP] 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書	
(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 小美野光明(KOMINO, Mitsuaki)[JP/JP] 〒165-0027 東京都中野区野方1-21-6 Tokyo, (JP) 天野秀昭(AMANO, Hideaki)[JP/JP] 〒288-0002 神奈川県座間市小松原2丁目50番11-609号 Kanagawa, (JP) 遠藤昇佐(ENDO, Shosuke)[JP/JP] 〒407-0031 山梨県韭崎市龍岡町若尾新田492 Yamanashi, (JP) 藤里敏章(FUJISATO, Toshiaki)[JP/JP] 〒206-0024 東京都多摩市諏訪2-2-18-501 Tokyo, (JP)			

(54)Title: ELECTRODE, WAFER STAGE, PLASMA DEVICE, METHOD OF MANUFACTURING ELECTRODE AND WAFER STAGE

(54)発明の名称 電極および載置台、プラズマ処理装置、並びに電極および載置台の製造方法

(57) Abstract

A wafer stage (24) comprises a flat lower heater (38), upper and lower ceramic-metal members (40A, 40B) cooperating to sandwich the lower heater (38), and an electrostatic ceramic chuck (28) arranged on the upper side of the ceramic-metal member (40A) for holding a wafer (W) to be processed. The ceramic-metal member (40A) and the electrostatic chuck (28) have substantially the same coefficient of linear expansion so that the difference in deformation between the two will not cause separation or damage to the electrostatic chuck (28).



(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

## 識別記号

## F I

H 0 1 L 21/68  
B 2 3 Q 3/15  
C 2 3 C 14/34  
16/455  
16/458

H 0 1 L 21/68 R  
B 2 3 Q 3/15 D  
C 2 3 C 14/34 K  
16/455  
16/458

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 27 頁) 最終頁に続く

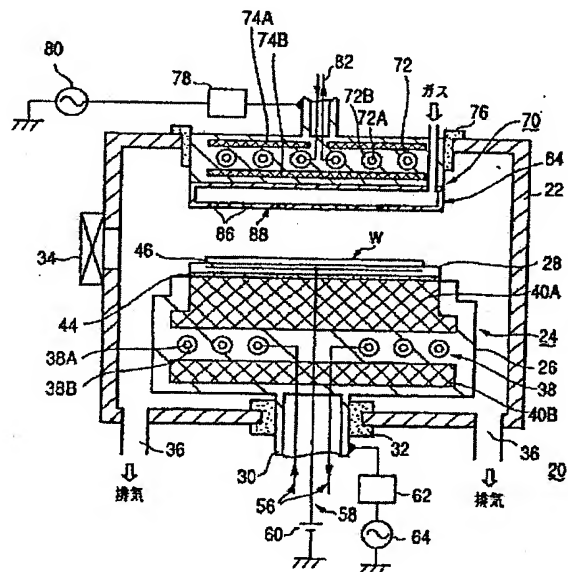
出願番号 特願2000-610058( P2000-610058)  
(21) 国際出願番号 PCT/J P 0 0 / 0 2 2 2 8  
(22) 国際出願日 平成12年4月6日 (2000. 4. 6)  
(31) 優先権主張番号 特願平11-99353  
(32) 優先日 平成11年4月6日 (1999. 4. 6)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)  
(81) 指定国 EP (A T, B E, C H, C Y, D E, D K, E S, F I, F R, G B, G R, I E, I T, L U, M C, N L, P T, S E), J P, K R, S G, U S

(71) 出願人 東京エレクトロン株式会社  
東京都港区赤坂5丁目3番6号  
(72) 発明者 小美野 光 明  
東京都中野区野方1-21-6  
(72) 発明者 天 野 秀 昭  
神奈川県座間市小松原2丁目50番11-609号  
(72) 発明者 遠 藤 昇 佐  
山梨県韭崎市龍岡町若尾新田492  
(72) 発明者 藤 里 敏 章  
東京都多摩市諏訪2-2-18-501  
(72) 発明者 佐々木 康 晴  
東京都町田市相原町13-1  
(74) 代理人 弁理士 吉武 賢次 (外5名)

(54) 【発明の名称】 電極および載置台、プラズマ処理装置、並びに電極および載置台の製造方法

## (57) 【要約】

載置台24は、面状に配置された下側加熱ヒータ38と、加熱ヒータ38を上下より挟み込むように配置された上側及び下側セラミックス金属複合体40A、40Bと、上側セラミックス金属複合体40Aの上面に接合され被処理体Wを吸着保持するセラミックス製の静電チャック28とを含んで構成される。上側セラミックス金属複合体40Aと静電チャック28の線膨張係数はほぼ同一とされており、これにより両者の熱伸縮量の差に起因した静電チャック28の剥がれや割れの発生を防止できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 面状に配置された加熱ヒータと、

前記加熱ヒータを上下より挟み込むように配置されたセラミックス金属複合体と、

前記加熱ヒータおよび前記セラミックス金属複合体が鑄込まれた母材金属と、を備えたことを特徴とする電極。

【請求項2】 面状に配置された加熱ヒータと、

前記加熱ヒータの配置面と略平行に前記加熱ヒータと並んで設けられた芯金板と、

前記加熱ヒータおよび前記芯金板が鑄込まれた母材金属と、を備えたことを特徴とする電極。

【請求項3】 前記芯金板には、複数の母材金属連通孔が形成されていることを特徴とする、請求項2に記載の電極。

【請求項4】 前記母材金属の下面には、ガスを供給するためのシャワーヘッド部が設けられていることを特徴とする、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の電極。

【請求項5】 前記電極に高周波電圧が印加されることを特徴とする、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の電極。

【請求項6】 面状に配置された加熱ヒータと、

前記加熱ヒータを上下より挟み込むように配置された上側及び下側セラミックス金属複合体と、

前記上側セラミックス金属複合体と線膨張係数が略同一になされ、前記上側セラミックス金属複合体の上面に接合された、被処理体を吸着保持するためのセラミックス製の静電チャックと、

を備えたことを特徴とする載置台。

【請求項7】 前記加熱ヒータと前記上側及び下側セラミックス金属複合体とが鑄込まれる母材金属を更に備えたことを特徴とする、請求項6に記載の載置台。

【請求項8】 前記上側セラミックス金属複合体と前記静電チャックとはろう付けされていることを特徴とする、請求項6または7に記載の載置台。

【請求項 9】 前記上側セラミックス金属複合体と前記静電チャックとは鍛圧接合されていることを特徴とする、請求項 6 または 7 に記載の載置台。

【請求項 10】 前記上側セラミックス金属複合体と前記静電チャックとは接着されていることを特徴とする、請求項 6 または 7 に記載の載置台。

【請求項 11】 前記載置台に高周波電圧が印加されることを特徴とする、請求項 6 乃至 10 のいずれか一項に記載の載置台。

【請求項 12】 処理容器と、

前記処理用器内に配置された電極であって、面状に配置された加熱ヒータと、前記加熱ヒータを上下より挟み込むように配置されたセラミックス金属複合体と、前記加熱ヒータおよび前記セラミックス金属複合体が鑄込まれた母材金属と、を有する電極と、

前記電極に高周波電圧を印加する高周波電源と、  
を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 13】 処理容器と、

前記処理用器内に配置された電極であって、面状に配置された加熱ヒータと、前記加熱ヒータの配置面に略平行に前記加熱ヒータと並んで設けられた芯金板と、前記加熱ヒータおよび前記芯金板が鑄込まれた母材金属と、を有する電極と、

前記電極に高周波電圧を印加する高周波電源と、  
を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 14】 前記芯金板には、複数の母材金属連通孔が形成されていることを特徴とする、請求項 13 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 15】 前記母材金属の下面には、ガスを供給するためのシャワーヘッド部が設けられていることを特徴とする、請求項 12 乃至 14 のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 16】 処理容器と、

前記処理用器内に配置された載置台であって、面状に配置された加熱ヒータと、前記加熱ヒータを上下より挟み込むように配置された上側及び下側セラミックス金属複合体と、前記上側セラミックス金属複合体と線膨張係数が略同一になされ、前記上側セラミックス金属複合体の上面に接合された、被処理体を吸着保持

するためのセラミックス製の静電チャックと、を有する載置台と、

前記載置台に高周波電圧を印加する高周波電源と、  
を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項17】 前記加熱ヒータおよび前記上側及び下側セラミックス金属複合体が母材金属に鑄込まれていることを特徴とする、請求項16に記載のプラズマ処理装置。

【請求項18】 前記静電チャックの表面に伝熱ガスを供給する伝熱ガス供給路が前記載置台を貫通して設けられていることを特徴とする、請求項16または17に記載のプラズマ処理装置。

【請求項19】 前記上側セラミックス金属複合体と前記静電チャックとはろう付けされていることを特徴とする、請求項16乃至18のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項20】 前記上側セラミックス金属複合体と前記静電チャックとは鍛圧接合されていることを特徴とする、請求項16乃至18のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項21】 前記上側セラミックス金属複合体と前記静電チャックとは接着されていることを特徴とする、請求項16乃至18のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項22】 加熱ヒータが多孔質セラミックスにより上下より挟み込まれるような位置関係で、鑄型内に前記加熱ヒータおよび前記多孔質セラミックスを配置する工程と、

前記鑄型内に溶融した母材金属を流し込み、前記多孔質セラミックスおよび前記加熱ヒータを母材金属中に鑄込むとともに、前記多孔質セラミックスに前記母材金属を含浸させることによってセラミックス金属複合体を形成する工程と、を備えたことを特徴とする電極の製造方法。

【請求項23】 加熱ヒータが多孔質セラミックスにより上下より挟み込まれるような位置関係で、鑄型内に前記加熱ヒータおよび前記多孔質セラミックスを配置する工程と、

前記鑄型内に溶融した母材金属を流し込み、前記多孔質セラミックスおよび前

記加熱ヒータを母材金属中に鑄込むとともに、前記多孔質セラミックスに前記母材金属を含浸させることによってセラミックス金属複合体を形成する工程と、を備えたことを特徴とする載置台の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 技術分野

本発明は、電極および載置台、プラズマ処理装置、並びに電極および載置台の製造方法に関する。

## 発明の背景

一般に、半導体ウエハに対して、エッチング、CVD (Chemical Vapor Deposition) 或いはスパッタリング等の所定の処理を施す枚葉式の処理装置としてプラズマ処理装置が知られている。

この種のプラズマ処理装置においては、半導体ウエハを真空引き可能になされた処理容器内の載置台上に載置して比較的高温下にて、各種の処理を施すが、処理を行なっている間、ウエハを位置ずれしないように保持することが必要であり、このために一般的に静電チャックが用いられている。

ここで従来一般的なプラズマ処理装置について説明する。図11は従来一般的なプラズマ処理装置を示す概略構成図であり、真空引き可能になされた処理容器2内には、下部電極を兼ねる載置台4が設置されている。この載置台4は、例えばシースヒータのような加熱ヒータ6が絶縁状態で埋設されている。具体的には、上記加熱ヒータ6を例えばアルミニウム等により鑄込むことによりこれを埋設している。そして、このアルミニウム製の載置台4の上面に、静電チャッキング用のチャック電極をセラミックス材に埋設してなるセラミック製の静電チャック8を接着剤により接合して設けており、この上面に半導体ウエハWを静電力により吸着保持するようになっている。

また、処理容器2の天井部には、上記載置台4と対向させて上部電極10が設けられている。この上部電極10内にも、例えばシースヒータのような加熱ヒータ12が、アルミニウム等により鑄込むことにより埋設されている。そして、この上部電極10に、プラズマ発生用の高周波電圧を印加するための高周波電源14が接続されており、この上部電極10と下部電極である載置台4との間にプラズマを発生させてウエハWに対して所定の処理を施すようになっている。

ところで、半導体ウエハの処理温度が比較的低い場合、例えば処理温度が略200℃以下の場合にはそれ程問題は生じなかったが、成膜速度等の処理速度を上

げるためや膜質の改善のために、処理温度を、例えば300～400℃程度まで上昇させることが要請されてきている。

このような高温域になると、例えば上記上部電極10に関しては、処理時の昇降温による熱伸縮量、熱応力がかなり大きなものとなり、これに起因して電極自体に反りや撓みが発生してプラズマ発生用の高周波伝播が不均一になるなどの問題が発生する場合があった。また、この上部電極10の下面にガス供給用のシャワーヘッド部を密接して取り付けする場合もあるが、上記した理由によりこのシャワーヘッド部に割れが発生する場合もあった。

また、載置台4に関しては、接着剤の耐熱限度を超えて静電チャック8が剥がれたり、或いは上記したような熱伸縮、熱応力の発生に伴って反りや撓みが発生する外に、載置台4を構成するアルミニウムと静電チャック8を構成するセラミックスとの線膨張係数の差に起因して、静電チャック8自体が割れてしまうなどの問題も発生する場合があった。

特に、ウエハサイズが6インチ、8インチから12インチへと大型化するに従って、熱伸縮量もその分大きくなり、上記した問題点の早期解決が望まれている。

#### 発明の開示

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものであり、本発明の第1の目的は、電極の反りや撓みの発生を抑制することにある。

本発明の第2の目的は、静電チャックに剥がれや割れが発生しない載置台を提供することにある。

上記第1の目的を達成するため、本発明による電極は、面状に配置された加熱ヒータと、この加熱ヒータを上下より挟み込むように配置されたセラミックス金属複合体とを母材金属で鑄込んで形成される。セラミックス金属複合体により電極が補強され、反りや撓みの発生が抑制される。

また、本発明による電極は、面状に配置された加熱ヒータと、この加熱ヒータの配置面と略平行に加熱ヒータと並んで設けられた芯金板とを母材金属で鑄込んで形成される。このため、芯金板により電極が補強され、反りや撓みの発生を抑



制することが可能となる。芯金板には、複数の母材金属連通孔を形成することが好適である。こうすれば母材金属連通孔を介して母材金属が結合されるので、電極全体の強度を一層向上させることが可能となる。

電極には、母材金属の下面に、ガスを供給するためのシャワーヘッド部が設けられていてもよい。この場合も、上述のように電極自体に反りや撓みが発生しにくいため、シャワーヘッド部の割れや剥がれを防止することができる。

電極には高周波電圧を印加することができ、この場合には、電極の歪みが抑制されているため高周波を均一に伝播させることが可能となる。

更に、上記第2の目的を達成するため、本発明は、面状に配置された加熱ヒータと、この加熱ヒータを上下より挟み込むように配置された上側及び下側セラミックス金属複合体と、上側セラミックス金属複合体と線膨張係数が略同一になされ、上側セラミックス金属複合体の上面に接合された、被処理体を吸着保持するためのセラミックス製の静電チャックとを備えた載置台を提供する。かかる構成によれば、上側及び下側セラミックス金属複合体により載置台全体が補強されて反りや撓みが抑制されるのみならず、上側セラミックス金属複合体と静電チャックの線膨張係数が略同じに設定されているので、両者間での熱伸縮量に差がほとんど生ぜず、静電チャックが剥がれたり割れたりすることを防止することが可能となる。

加熱ヒータと上側及び下側セラミックス金属複合体とは、母材金属により鋳込られていることが好適である。

静電チャック上に載置される被処理体の裏面に伝熱ガスを供給できるように載置台を構成することも好適である。

上側セラミックス金属複合体と静電チャックとは、ろう付け、鍛圧接合および接着等の手法により接合することができる。

載置台には、高周波電圧を加することができ、この場合には、載置台の歪みが抑制されているため高周波を均一に伝播させることが可能となる。

上述した特徴を有する電極および／または載置台を用いてプラズマ処理装置を構成することができる。この場合、電極または載置台の熱伸縮に伴う変形を抑制できるので、高温処理時にも安定して面内均一性の高い処理を行なうことができ

る。

電極および／または載置台は、鋳型内に加熱ヒータと多孔質セラミックスを配置し、鋳型内に溶融した母材金属を流し込んで多孔質セラミックスおよび加熱ヒータを母材金属中に鋳込むことにより製造することが好適である。この製法によれば、鋳込み過程において多孔質セラミックスに母材金属が含浸されてセラミックス金属複合体が形成される。そして、加熱ヒータを取り囲む金属とセラミックス金属複合体を構成する金属とが連続した金属相になり、電極或いは載置台の強度を向上させることが可能となる。

#### 好適な実施形態の説明

以下に、本発明に係る電極、載置台、プラズマ処理装置及びこれらの製造方法の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図 1 の発明の一態様としてのプラズマ処理装置を示す構成図、図 2 は図 1 中の上部電極の製造方法を説明するための説明図、図 3 はアルミニウム中の SiC の含有量と線膨張係数との関係を示すグラフである。

図 1 に示すように、このプラズマ処理装置 20 は、例えばアルミニウムよりなる円筒体状の処理容器 22 を有しており、この側部には被処理体である半導体ウエハ W を処理容器 22 内へ搬入搬出する際に開閉されるゲートバルブ 34 が設けられると共に、底部には、図示しない真空ポンプ等を介設した真空排気系に接続された排気口 36 が設けられており、処理容器 22 内を真空引き可能としている。この処理容器 22 の内部には、被処理体である半導体ウエハ W を載置して保持するための載置台 24 が設けられている。この載置台 24 は、下部電極としても機能するものである。この載置台 24 は、載置台本体 26 とこの上面に接合される静電チャック 28 とよりなり、この載置台本体 26 の下部より下方に延びる支持部 30 は、処理容器 22 の底部に対して絶縁部材 32 を介して貫通して設けられており、これにより、載置台 24 の全体を支持している。

この載置台本体 26 には、内部に直径が 10 mm 程度の例えばシースヒータ等を渦巻状に巻回してなる平面状の下側加熱ヒータ 38 が埋め込まれて設置されている。この下側加熱ヒータ 38 は、例えばニッケル・クロム合金よりなる中心部の発熱体 38A とこの周囲を被う例えばマグネシア ( $Mg_2O_3$ ) よりなる絶縁

体 3 8 B により構成されている。

そして、この加熱ヒータ 3 8 を上下より挟み込むように載置台用の上側セラミックス金属複合体 4 0 A と下側セラミックス金属複合体 4 0 B が配置して設けられており、全体は純粋なアルミニウム金属により被われている。これらのセラミックス金属複合体 4 0 A、4 0 B は、例えばアルミニウム等の金属と、セラミックス、例えば SiC (炭化珪素)、AlN (窒化アルミ)、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (アルミナ) 等との複合体である。この場合、アルミニウムとセラミックスとの混合比を適宜選択することにより、一定の範囲内で所望の線膨張係数のセラミックス金属複合体 4 0 A、4 0 B に設定されている。

そして、この上側セラミックス金属複合体 4 0 A の上面はアルミニウムに被われることなく露出されており、この表面に、半導体ウエハ W を吸着保持するためのセラミック製の上記静電チャック 2 8 が耐熱性に優れる例えばアルミニウムろう剤 4 4 により接合されている。この場合、板、箔状、ペースト状或いは粉末状のろう剤を用いればよい。この静電チャック 2 8 は、チャック電極 4 6 をセラミック材により埋設することにより形成されており、このセラミック材としては SiC、AlN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等を用いることができる。

ここで重要な点は、熱伸縮量の差を吸収するために上記静電チャック 2 8 の線膨張係数と上記載置台用の上側セラミックス金属複合体 4 0 A の線膨張係数とが略同一になるように設定されていることである。

例えば静電チャック 2 8 のセラミック材として AlN を用い、セラミックス金属複合体 4 0 A として Al-SiC 複合体を用いた場合には、AlN の線膨張係数は略  $4.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  程度であるので、上側セラミックス金属複合体 4 0 A の線膨張係数を上記と同じ略  $4.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  程度に設定する。

具体的には、Al の線膨張係数は略  $23.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  程度であり、SiC の線膨張係数は略  $3.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  程度であるので、両者の混合比に応じて Al-SiC 複合体の線膨張係数は図 3 に示すように変化する。従って、複合体の線膨張係数が略  $4.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  にするには SiC の含有率 (体積百分率) を略 83 % 程度に設定する。このような複合体を用いることにより、AlN 製の静電チャック 2 8 と Al-SiC 上側セラミックス金属複合体 4 0 A

との線膨張係数が略同一となるように設定する。尚、下側セラミックス金属複合体 40 B の線膨張係数も上記した数値と略同一になるように設定すればよい。

また、他の一例として静電チャック 28 のセラミックス材として線膨張係数が略  $7.8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  程度の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を用いた場合には、図 3 に示すグラフより、 $\text{SiC}$  の含有率（体積百分率）が略 75 % の  $\text{Al}-\text{SiC}$  複合体を用いることにより、線膨張係数が同じ  $7.8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  の上側セラミックス金属複合体 40 A とすることができる。

上述したような線膨張係数  $4.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  のセラミックス金属複合体 40 A、40 B は、以下のようにして作ることができる。例えば図 2 に示すように所定の内部形状を有する鋳型 48 内に、巻回された下側加熱ヒータ 38 と所定の気孔率、ここでは略 17 % の気孔率の 2 つの多孔質  $\text{SiC}$  ブロック（多孔質セラミックス）50、52 を図示しない支持部材で固定し、この中に母材金属として熔融アルミニウムを流し込んで多孔質  $\text{SiC}$  ブロック 50、52 中に熔融アルミニウムを含浸させる。尚、54 はガス抜き孔である。これにより、セラミックス複合体 40 A、40 B を形成すると同時に、これらと下部加熱ヒータ 38 とをアルミニウム中に鋳込んで一体化することができる。

また、線膨張係数  $7.8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  のセラミックス金属複合体を得るためには、気孔率が略 25 % の 2 つの多孔質ブロックを用いればよい。更に、セラミックス材としてアルミナを用いる場合には、繊維状アルミナを用いて、これを上記した多孔質ブロック体 50、52 に代えて鋳型 48 内に設置すればよい。

更には、上記したアルミニウムの含浸法として成形時に鋳型 48 内を加圧してプリフォームたるセラミックスの中に  $\text{Al}$  を含浸しやすくし、一方、鋳型 48 の中に残留している気泡を外部へ放出しやすくすることが可能な高圧鋳造法、溶湯鍛造法や鋳型 48 内を減圧にして  $\text{Al}$  をプリフォームたるセラミックスの中に含浸しやすくする減圧鋳造法も適用することができる。

図 1 に戻って、以上のように構成された載置台 24 の下側加熱ヒータ 38 にはリード線 56 を介して電力が供給され、また、静電チャック 28 のチャック電極 46 には、リード線 58 を介して直流電圧源 60 が接続されており、ウエハ吸着のための吸着力を発生するようになっている。

更には、この載置台 24 には、マッチング回路 62 を介してバイアス用高周波電源 64 が接続されており、プラズマ処理時に載置台 24 の表面にイオンシースが発生することを抑制するようになっている。尚、このバイアス用高周波電源 64 は必要に応じて設ければよい。

一方、上記載置台 24 に対向する処理容器天井部には、上部電極 70 が設けられている。具体的には、この上部電極 70 は上述した下部電極である載置台 24 と略同様な内部構造をしており、上部電極 70 には、内部に直径が 10 mm 程度の例えばシースヒータ等の渦巻状に巻回してなる平面上の上側加熱ヒータ 72 が埋め込まれている。この上側加熱ヒータ 72 も例えばニッケル・クロム合金よりなる中心部の発熱体 72A とこの周囲を被うように例えばマグネシア ( $Mg_2O$ ) よりなる絶縁体 72B により構成されている。

そして、この加熱ヒータ 72 を上下より挟み込むように厚さが共に 5 ~ 10 mm 程度の上部電極用の上側セラミックス金属複合体 74A と下側セラミックス金属複合体 74B が配置して設けられており、全体は純粋なアルミニウム金属により被われている。

これらのセラミックス金属複合体 74A、74B も、先の複合体 40A、40B と同様に、アルミニウム等の金属とセラミックス、例えば SiC、AlN、 $Al_2O_3$  等との複合体である。このセラミックス金属複合体 74A、74B の製造方法も、先に図 2 で説明したような含浸法を用いることができる。そして、上記上側加熱ヒータ 72 にはリード線 82 を介して加熱用電力を投入できるようになっている。

この上部電極 70 は、絶縁部材 76 を介して容器天井部に取り付け支持されており、この上部電極 70 には、マッチング回路 78 を介して、例えば 13.56 MHz の高周波を発生するプラズマ発生用高周波電源 80 が接続されている。

また、この上部電極 70 の下部には、例えばアルミニウム製のシャワーヘッド部 84 が図示しないネジ等により接合されており、このシャワーヘッド部 84 の下面は、多数のガス孔 86 を有するシリコン製のガス噴射面 88 として形成されて、このガス孔 86 より処理空間に向けて所定のガスを供給し得るようになっている。

次に、以上のように構成された本実施例の動作について説明する。

まず、図示しない搬送アームに支持された未処理の半導体ウエハWを、開放されているゲートバルブ34を介して処理容器22内へ搬入し、これを載置台24上に載置し、直流電圧源60をONとすることにより発生する静電チャック28の吸着力によりウエハWを吸着保持させる。

次に、上部電極70の上側加熱ヒータ72及び載置台24の下側加熱ヒータ38によりウエハWを所定のプロセス温度まで昇温し、そして、上部電極70の下面に設けたシャワーヘッド部84のガス孔86から例えば $\text{SiH}_4$ 、 $\text{SiF}_4$ 、酸素等の成膜ガスを流量制御しつつ処理空間へ導入する。そして、処理容器22内を所定のプロセス圧力に維持すると共に、13.56MHzのプラズマ発生用高周波電圧を上部電極70に印加すると共に、載置台24にはバイアス用高周波電圧を印加する。

上記プラズマ発生用の高周波電圧を上部電極70に印加することにより、プラズマ化されて活性化された成膜ガスが反応し、ウエハ表面に例えば $\text{SiOF}$ 等の成膜を施すことになる。

ここで、プロセス温度は、従来のプロセス温度よりも高い300～400℃程度の高温域で行なわれるので、プロセスの繰り返しにより上部電極70及び載置台24には、大きな繰り返し熱応力が付加されることになる。

この場合、上部電極70に関しては、上側加熱ヒータ72を挟むようにして上部電極用の上下側セラミックス金属複合体74A、74Bにより鑄込まれているので、この上部電極70の全体の強度が増しており、この上部電極70に反りや撓みが発生することを防止することができる。特に、加熱ヒータ72を挟んで2枚の複合体74A、74Bを埋め込んでいることから、それぞれが同等の寸法で熱伸縮するので上部電極70の厚み方向に大きな熱応力がかかることもなく、この点より反りや撓みの発生を大幅に抑制することが可能となる。

従って、上部電極70の歪みに起因して発生していた高周波伝播の不均一性もなくすることができ、均一なプラズマを生成することが可能となるばかりか、シャワーヘッド部84の割れも防止することが可能となる。

一方、載置台24に関しては、この場合にも、下側加熱ヒータ38の上下側を

載置台用の上下側セラミックス金属複合体 40 A、40 B により挟み込むようにしたので、載置台 24 自体の強度を向上させることができ、その結果、熱伸縮に伴って熱応力が発生してもこの反りや変形等を防止することが可能となる。特に、セラミック製の静電チャック 28 とこれが接合される上側セラミックス金属複合体 40 A との線膨張係数が略同じになるように設定されているので、昇降温に伴って両者が熱伸縮してもその熱伸縮量は略同じになるので、両者間に大きな熱応力が加わることを防止でき、従って、静電チャック 28 が割れたり、剥がれたりすることを防止することができる。

また、この静電チャック 28 は、耐熱性の高いろう剤により上側セラミックス金属複合体 40 A の表面に接合されているので、300～400℃程度の高温処理にも耐えることができ、この点よりも、静電チャック 28 が剥がれることを防止することができる。

また、セラミックス金属複合体を内部に埋め込んだ載置台 24 や上部電極 70 は、図 2 を用いて説明したように、含浸法により加熱ヒータも含めて一気に作ることができるので、簡単に且つ容易に工程数も少なく製造することが可能である。

尚、上記実施例では、上部電極 70 においては、上下側セラミックス金属複合体 74 A、74 B 間を、上側加熱ヒータ 72 の直径よりも僅かに大きな距離だけ離間させた状態で埋め込んだが、これに限定されず、図 4 に示すように両複合体 74 A、74 B を接合したような状態とし、上側加熱ヒータ 72 を複合体内に完全に埋め込むようにしてもよい。この場合には、両複合体 74 A、74 B の間に A1 が略単独では存在しない状態となるためこの部位での熱応力の発生はより抑制可能となるので、この部位の反りや撓みを一層抑制することができる。

また、上部電極 70 内に上記した複合体 74 A、74 B を一切設けず、図 5 及び図 6 に示すように、厚さが 1～2 mm 程度の非常に薄い剛性の高い円板状の芯金板 90 を上側加熱ヒータ 72 と平行に並べて埋め込んでもよい。図 6 は芯金板 90 の平面図であり、この芯金板 90 は、母材金属であるアルミニウムより軟化点が高く剛性も高い例えばステンレス等の金属板を用いる。そして、この芯金板 90 には、直径が 0.1～1.0 mm 程度の多数の母材金属連通孔 92 が形成さ

れており、従って、溶融アルミニウムで鋳込むと、この連通孔 9 2 を介して上下のアルミニウムが結合することになる。

この実施例の場合にも、芯金板 9 0 により上部電極 7 0 が補強されるので、この反りや撓みの発生を抑制することが可能となる。

また、この場合、芯金板 9 0 と母材金属のアルミニウムとの線膨張率係数が異なることから、両者の界面が剥離することもあるが、母材金属連通孔 9 2 を介して上下のアルミニウムが結合しており、しかも芯金板 9 0 は非常に薄くて与える熱伸縮の影響は非常に少ないので、芯金板 9 0 と母材金属のアルミニウムの界面が剥離することもない。また、この芯金板 9 0 は、熱伝導性も良好なので、上部電極 7 0 を迅速に加熱することもできる。

また、この芯金板 9 0 は、上側加熱ヒータ 7 2 を挟み込むようにこの上下に 2 枚設けるようにしてもよい。これによれば、上部電極 7 0 の上部側と下部側との熱伸縮差を小さくできるので、発生する熱応力をより抑制することができる。

また、上記実施例の載置台 2 4 においては、上下側セラミックス金属複合体 4 0 A、4 0 B 間を、下側加熱ヒータ 3 8 の直径よりも僅かに大きな距離だけ離間させた状態で埋め込んだが、これに限定されず、図 7 に示すように両複合体 4 0 A、4 0 B を接合したような状態として、下側加熱ヒータ 3 8 を複合体内に完全に埋め込むようにしてもよい。

この場合には、両複合体 4 0 A、4 0 B の間に A 1 が略単独では存在しない状態となるため、この部位での熱応力の発生はより抑制可能となるので、この部位の反りや変形を一層抑制することができる。また、上側セラミックス金属複合体 7 4 A とセラミックス製の静電チャック 2 8 とを接合するろう剤としては、A 1 系の他に、A 1 S i 系、A 1 S i G e 系、A 1 S i M g 系及び A 1 S i G e M g 系等を用いることができ、特に、G e や M g を含むものは、表面の濡れ性を改善できるので、両者の接合力を一層向上させることができる。

更には、ろう付けする際に、図 8 に示すように厚さ 1 ~ 2 m m 程度のクラッド層 9 4 を用いてろう付けを行なうようにしてもよい。この場合には、厚さが 1 0 ~ 1 0 0  $\mu$  m 程度の非常に薄いクラッド膜を多層に設けたクラッド層 9 4 を用い、例えばアルミニウム金属を主体とする A 1 S i G e M g 系ろう剤を使用する場



合には、クラッド層 9 4 の中心にアルミニウム膜を介在させ、その両側に行くに従って、A l と S i の混合比を同じような傾向で徐々に変えたクラッド膜を形成して線膨張率に傾斜を持たせ、上下の最外側を被うクラッド膜の線膨張率をセラミック製の静電チャック 2 8 ( 上側セラミックス金属複合体 4 0 A ) の線膨張率と略一致させるようにすればよい。これによれば、クラッド層 9 4 の熱伸縮も吸収することができるので、この場合にも静電チャック 2 8 と複合体 4 0 A の接合強度を劣化させることがなく、両者を強固に結合することができる。

また、上記した両者の接合は、前述したようなろう付けに限定されず、鍛圧接合 ( 接合を必要とする部材の外周部上から、部分加圧して局部的に圧縮を加えると共に、外周部にメタル流動を生じさせて接合させる技術 ) するようにしてもよい。この鍛圧接合では図 9 に示すように、例えば真空容器中で静電チャック 2 8 の下面と載置台本体 2 6 の上側セラミックス金属複合体 4 0 A の上面に、スパッタにより活性アルミニウム層 9 6 、 9 8 を付着させ、この状態で両者を圧接して接合させる。

また、他の方法として大気中で溶射等により上記活性アルミニウム層 9 6 、 9 8 を付着させ、この場合は直ちにアルミニウム表面が酸化して活性が劣化するので、その後は、活性アルミニウム層 9 6 、 9 8 の表面に自然に形成された薄い酸化膜を真空中で除去して活性面を出し、この状態で両者を圧接すればよい。

このように、鍛圧接合を行なう場合には、種々の金属を含むろう剤とは異なり、アルミニウムのみを用いているので、ウエハに対して重金属汚染が発生することを防止することができる。

なお、プラズマ処理装置のプロセス温度に適合した耐熱温度を有するのであれば、静電チャック 2 8 と上側セラミックス金属複合体 4 0 A の接合を接着剤によって行ってもよい。接着剤としては、シリコン系接着剤およびエポキシ系接着剤等の樹脂系接着剤や、セラミック系接着剤を用いることができる。なお、接着剤は熱伝導性の高いものを用いることが好ましい。

なお、上記の実施形態においては、加熱ヒータとして抵抗加熱を利用する電気ヒータが用いられているが、これには限定されない。例えば、熱媒を通すことが可能な管により加熱ヒータを構成してもよい。この場合も、管は鑄込みにより載

置台または電極の内部に容易に埋め込むことができる。

更に、図10に示すように、静電チャックとウエハとの間に伝熱ガスを供給できるように載置台を構成してもよい。この場合、まず、図1に示す載置台24を製造する場合と同様に、上側セラミックス金属複合体40A、下側セラミックス金属複合体40Bおよび加熱ヒータ38をアルミニウムで鋳込む。

次いで、上側セラミックス金属複合体40Aの上面に拡散室100を機械加工により形成する。拡散室100は、図10の(b)に示すように、同心円状に配置された複数の円周溝と、各円周溝間を連通する径方向溝とを組み合わせ形成する(なお、図10の(b)は図10の(a)の矢印B方向から見た載置台の平面図である)。

次いで、拡散室100の溝底を起点とし載置台本体26を貫通して載置台本体26の下面に開口する伝熱ガス通路102を、載置台本体26を穿孔することにより形成する。なお、このとき、伝熱ガス通路102は、加熱ヒータ38のある位置を避けて設けられる。

次に、静電チャック28を載置台本体26にろう付けする。その後、静電チャック28の複数箇所に伝熱ガス供給孔104を穿孔する。なお、伝熱ガス供給孔104が予め形成された静電チャック28を載置台本体26にろう付けしてもよい。

図10に示す載置台24が適用されたプラズマ処理装置で成膜処理等の処理を行う場合には、伝熱ガス通路102の下端側に、ArガスまたはHeガス等の伝熱ガスが、ガス供給源(図示せず)から供給される。伝熱ガス通路102を通過した伝熱ガスは、拡散室100を経て、伝熱ガス供給孔104からウエハ裏面に向けて供給される。

図10に示す実施例によれば、伝熱ガスがウエハの裏面に均一に供給されるため、載置台24からウエハに均一かつ高効率で熱を伝達することができる。このため、プロセスの面内均一性を向上させることができる。

なお、上側セラミックス金属複合体40Aの上面に溝を形成することに代えて、静電チャック28の下面に溝を形成することにより、拡散室100を形成してもよい。

なお、これまで説明してきた各実施例においては、プラズマ処理として成膜を行なうプラズマCVD処理を例にとって説明したが、これに限定されず、スパッタ処理、エッチング処理、アッシング処理等にも本発明装置を適用できるのは勿論である。

更には、プラズマ発生用の周波数も先に説明したものに限定されない。また、被処理体としては、半導体ウエハに限定されず、LCD基板、ガラス基板等も用いることができる。

【図面の簡単な説明】

図1は発明の一態様としてのプラズマ処理装置を示す構成図である。

図2は図1中の上部電極の製造方法を説明するための説明図である。

図3はAl-SiC複合体中のSiC、Alの含有率（体積百分率）と線膨張係数との関係を示すグラフである。

図4は本発明の電極の変形例を示す概略断面図である。

図5は本発明の電極の他の実施例を示す概略断面図である。

図6は芯金板を示す平面図である。

図7は本発明の載置台の変形例を示す概略断面図である。

図8は載置台の静電チャックの接合の変形例を示す図である。

図9は載置台の静電チャックの接合の他の変形例を示す図である。

図10は載置台の他の変形例を示す図である。

図11は従来一般的なプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

FIG. 1

【 図 2 】

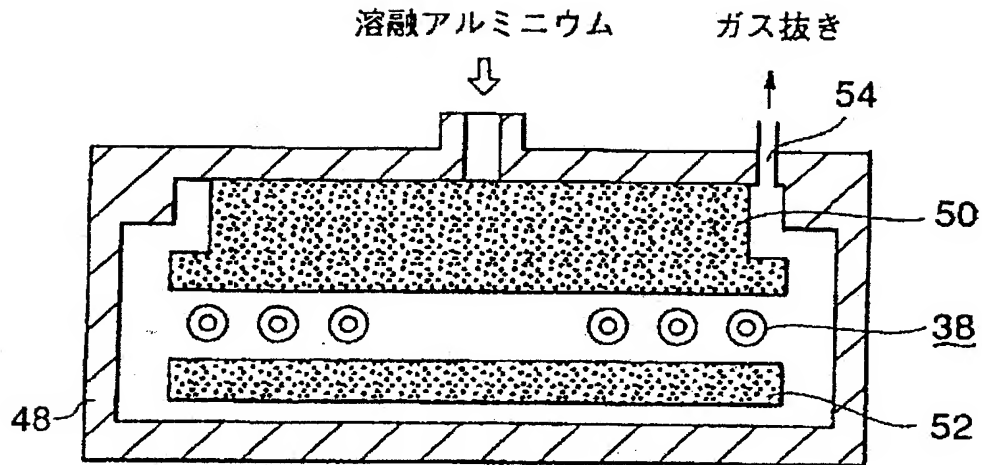


FIG. 2

【 図 3 】

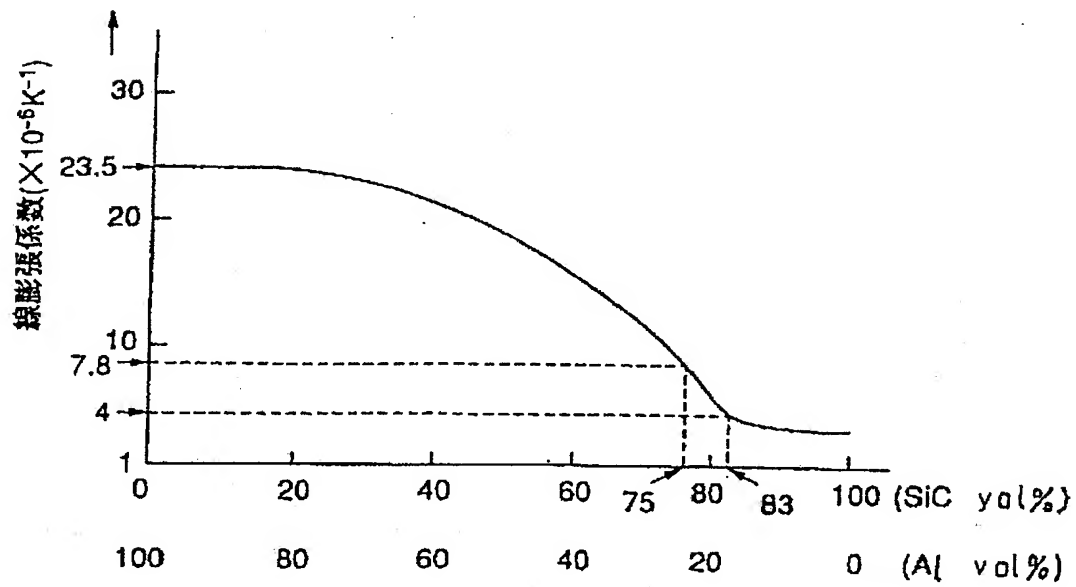


FIG. 3

【 図 4 】

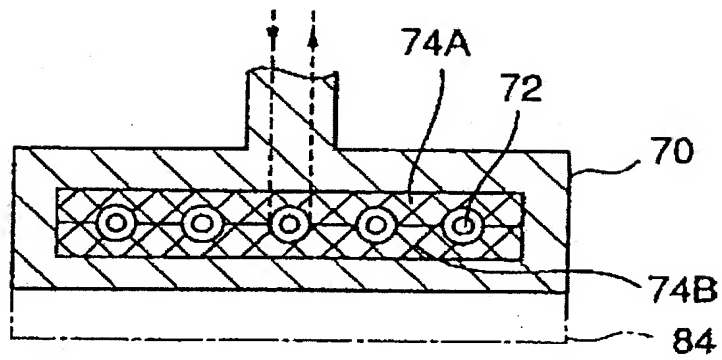


FIG. 4

【 図 5 】

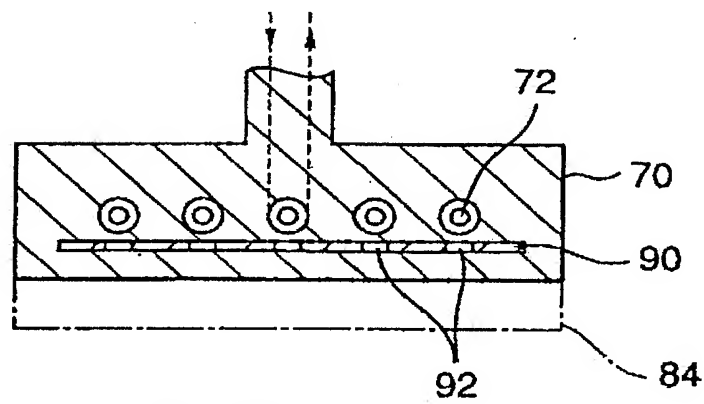


FIG. 5

【 図 6 】

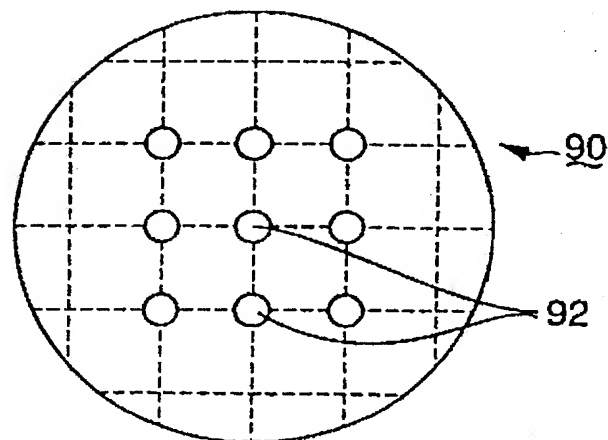


FIG. 6

【 図 7 】

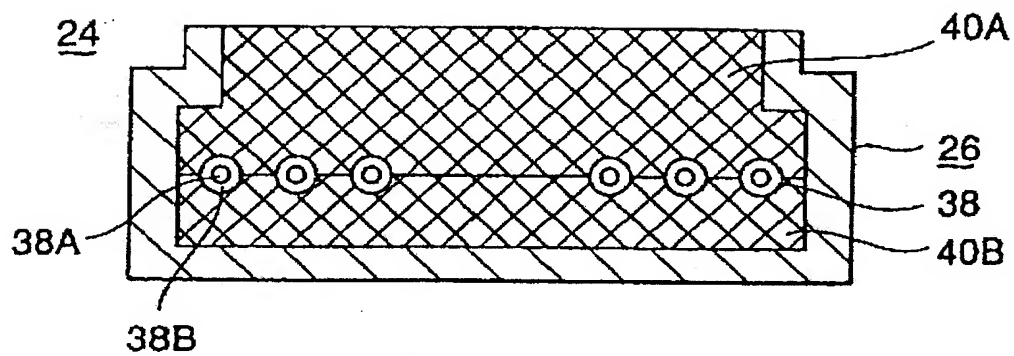


FIG. 7

【 図 8 】

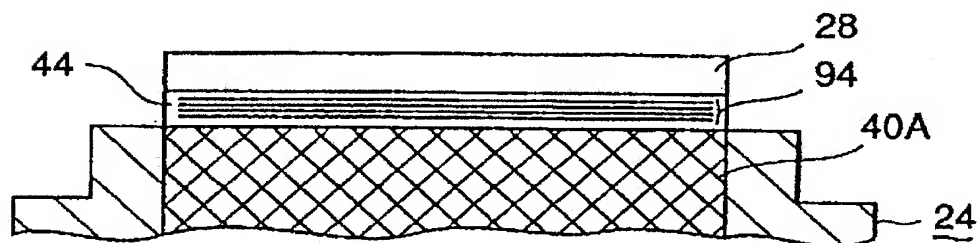


FIG. 8

【 図 9 】

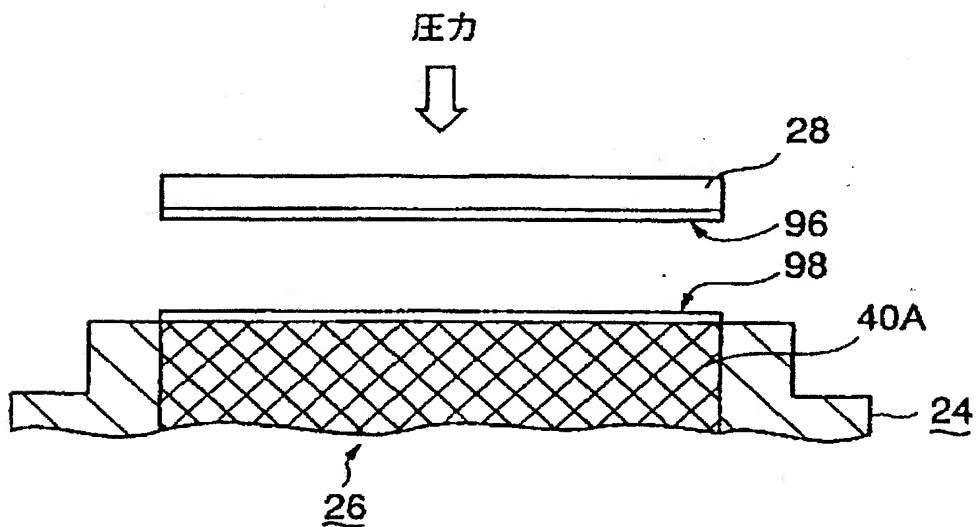


FIG. 9





【 図 1 1 】

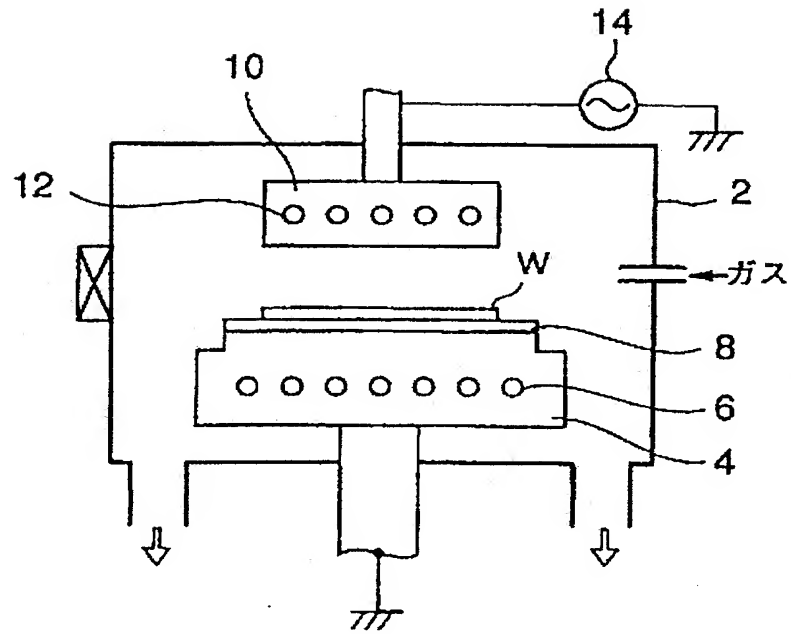


FIG. 11

## 【 国 際 調 査 報 告 】

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 00 / 0 2 2 2 8
<b>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))</b> Int. Cl <sup>7</sup> H01L21/68, H01L21/3065, H01L21/31, H05H1/46, C23C14/34, C23C16/455, C23C16/458, C23C16/509, B23Q3/15		
<b>B. 調査を行った分野</b> 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl <sup>7</sup> H01L21/68, H01L21/3065, H01L21/31, H01L21/205, H01L21/365, H01L21/203, H01L21/363, H05H1/46, C23C14/34, C23C16/00-C23C16/56, C23F4/00, B23Q3/15 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2000年 日本国登録実用新案公報 1994-2000年 日本国実用新案登録公報 1996-2000年 国際調査で使った電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
<b>C. 関連すると認められる文献</b>		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US, 5735993, A (NEC Corporation), 7. 4月. 1998 (07. 04. 98) & CN, 115800 3, A & JP, 9-97783, A	1-5, 12-15
A	JP, 6-244143, A (東京エレクトロン株式会社), 2. 9月. 1994 (02. 09. 94) (ファミリーなし)	4, 6-11, 15-21
A	JP, 9-260474, A (ソニー株式会社), 3. 10月. 1 997 (03. 10. 97) (ファミリーなし)	6-11, 16-21
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 04. 07. 00		国際調査報告の発送日 18.07.00
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 中島 昭浩 電話番号 03-3581-1101 内線 3391

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1998年7月)

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP00/02228
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 9-165681, A (日本真空技術株式会社), 24. 6 月. 1997 (24. 06. 97) (ファミリーなし)	22, 23
PA	JP, 2000-5884, A (古河電気工業株式会社), 11. 1月. 2000 (11. 01. 00) (ファミリーなし)	22, 23

## フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	
C 2 3 C 16/509		C 2 3 C 16/509	
H 0 1 L 21/3065		H 0 1 L 21/31	C
21/31		H 0 5 H 1/46	M
H 0 5 H 1/46		H 0 1 L 21/302	B

(注) この公表は、国際事務局 (W I P O) により国際公開された公報を基に作成したものである。

なおこの公表に係る日本語特許出願 (日本語実用新案登録出願) の国際公開の効果は、特許法第 1 8 4 条の 1 0 第 1 項 (実用新案法第 4 8 条の 1 3 第 2 項) により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。